

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000277484 A**(43) Date of publication of application: **06.10.00**

(51) Int. Cl. **H01L 21/3063**  
**C25D 11/32**  
**H01L 27/12**

(21) Application number: **11082350**(71) Applicant: **CANON INC**(22) Date of filing: **25.03.99**(72) Inventor: **YAMAGATA KENJI**

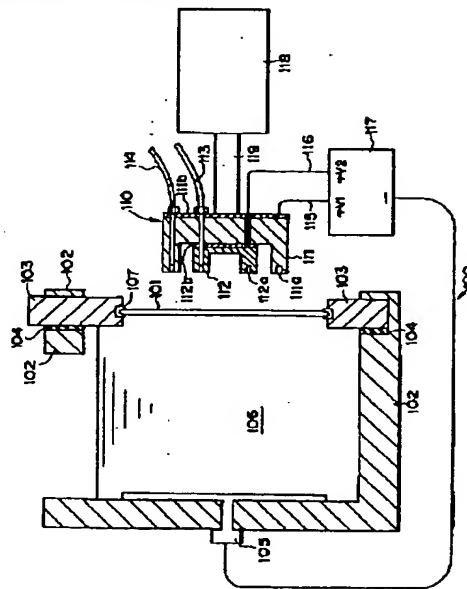
(54) **ANODIZATION DEVICE, ANODIZATION  
 ELECTRODE, PROCESSING METHOD OF  
 SUBSTRATE, AND MANUFACTURE OF  
 SUBSTRATE**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable a porous silicon layer to be easily controlled in thickness and distribution of porosity or the like.

**SOLUTION:** A positive electrode 110 is equipped with a first electrode 111 and a second electrode 112 which are electrically insulated from each other. A power supply 117 is capable of separately controlling voltages impressed on the electrodes 111 and 112 respectively. When the silicon substrate 101 is subjected to an anodization treatment, the first electrode 111 and the second electrode 112 are brought into contact with the rear of the substrate 101, and voltages are applied between the electrodes 111 and 112 and a negative electrode 105 respectively.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-277484

(P 2 0 0 0 - 2 7 7 4 8 4 A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000. 10. 6)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H01L 21/3063

H01L 21/306

L 5F043

C25D 11/32

C25D 11/32

H01L 27/12

H01L 27/12

B

審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全15頁)

(21) 出願番号

特願平11-82350

(22) 出願日

平成11年3月25日 (1999. 3. 25)

(71) 出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 山方 憲二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外2名)

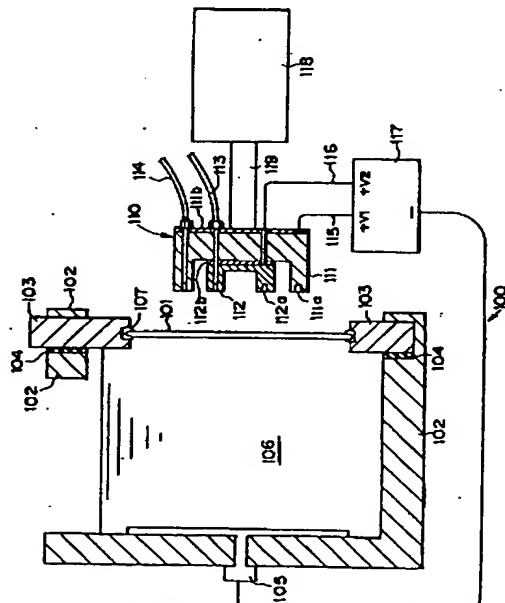
Fターム(参考) 5F043 DD14 DD27 EE14 EE15 EE35  
EE40 GG10

(54) 【発明の名称】 陽極化成装置、陽極化成用電極、基板の処理方法及び基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 多孔質シリコン層の厚さや多孔度等の分布の制御を容易にする。

【解決手段】 プラス電極110は、互いに絶縁された第1部分電極111と第2部分電極112とを有する。電源117は、第1部分電極111及び第2部分電極に印加する電圧を独立して制御することができる。シリコン基板101に陽極化成処理を施す際は、第1部分電極111及び第2部分電極112をシリコン基板101の裏面に当接させ、第1部分電極111及び第2部分電極112とマイナス電極105との間に電圧を印加する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、  
マイナス電極と、  
互いに絶縁された複数の部分電極を有するプラス電極と、  
前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、  
を備えることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 2】 前記プラス電極は、処理対象の基板に直接 10  
接触して電流を供給することができる構造を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3】 前記プラス電極は、処理対象の基板を前記の各部分電極に吸着させるための吸着機構を有することを特徴とする請求項 2 に記載の陽極化成装置。

【請求項 4】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 3 に記載の陽極化成装置。

【請求項 5】 前記プラス電極は、処理対象の基板を前記の各部分電極によって押圧するための押圧機構を有することを特徴とする請求項 2 に記載の陽極化成装置。 20

【請求項 6】 前記プラス電極は、処理対象の基板の変形に拘らず、前記の各部分電極を該基板に接触させるための機構を有することを特徴とする請求項 2 に記載の陽極化成装置。

【請求項 7】 前記の各部分電極は、円環状の形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 8】 前記複数の部分電極は、同心円状に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の陽極化成装置。

【請求項 9】 前記の各部分電極は、処理対象の基板との接触面が実質的に長方形であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 10】 前記複数の部分電極は、列状に配置されていることを特徴とする請求項 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 11】 前記の各部分電極は、ピン状の形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 12】 前記プラス電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 13】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持すべき位置に開口部を有し、前記開口部を塞ぐようにして該基板を保持することによって、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 14】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板が保持された状態において、前記開口部を通して前記プラス電極を該基板に接触させることが可能な構造を有することを特徴とする請求項 13 に記載の陽極化成装置。

【請求項 15】 処理対象の基板を保持する基板ホルダを更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 16】 前記基板ホルダは、処理対象の基板の一方の面を前記マイナス電極側に露出させると共に該基板の他方の面を前記プラス電極側に露出させる開口部を有することを特徴とする請求項 15 に記載の陽極化成装置。

【請求項 17】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持した前記基板ホルダを装着した状態で、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることを特徴とする請求項 15 又は請求項 16 に記載の陽極化成装置。

【請求項 18】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持する基板保持部を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 19】 前記基板保持部は、処理対象の基板をその周縁部で保持することを特徴とする請求項 18 に記載の陽極化成装置。

【請求項 20】 前記基板保持部は、処理対象の基板をその一方の面の周辺部で保持することを特徴とする請求項 18 に記載の陽極化成装置。

【請求項 21】 前記基板保持部は、処理対象の基板をその周辺部を両側から挟むようにして保持することを特徴とする請求項 18 に記載の陽極化成装置。

【請求項 22】 前記基板保持部は、処理対象の基板を水平に保持することを特徴とする請求項 18 に記載の陽極化成装置。

【請求項 23】 前記マイナス電極は、処理対象の基板の上方に配置されることを特徴とする請求項 22 に記載の陽極化成装置。

【請求項 24】 前記マイナス電極は、貫通した多数の穴を有することを特徴とする請求項 23 に記載の陽極化成装置。

【請求項 25】 基板の処理の際に陽極化成反応により発生するガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止するための手段を更に備えることを特徴とする請求項 23 に記載の陽極化成装置。

【請求項 26】 前記プラス電極の複数の部分電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する電源を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 25 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 27】 前記電源は、前記の各部分電極に印加する電圧を独立して制御することができることを特徴とする請求項 26 に記載の陽極化成装置。

【請求項 28】 前記の各部分電極は、少なくとも処理

対象の基板と接触する部分が半導体材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 27 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 29】 基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、

互いに絶縁された複数の部分電極を備え、各部分電極が処理対象の基板に接触する面が略同一平面内に位置することを特徴とする陽極化成用電極。

【請求項 30】 処理対象の基板を前記の各部分電極に吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 29 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 31】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 30 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 32】 処理対象の基板を前記の各部分電極によって押圧するための押圧機構を更に備えることを特徴とする請求項 29 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 33】 処理対象の基板の変形に拘らず、前記の各部分電極を該基板に接触させるための機構を更に備えることを特徴とする請求項 29 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 34】 前記の各部分電極は、円環状の形状を有することを特徴とする請求項 29 乃至請求項 33 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 35】 前記複数の部分電極は、同心円状に配置されていることを特徴とする請求項 34 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 36】 前記の各部分電極は、処理対象基板との接触面が実質的に長方形であることを特徴とする請求項 29 乃至請求項 33 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 37】 前記複数の部分電極は、列状に配置されていることを特徴とする請求項 36 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 38】 前記の各部分電極は、ピン状の形状を有することを特徴とする請求項 29 乃至請求項 33 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 39】 前記複数の部分電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 29 乃至請求項 38 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 40】 前記の各部分電極は、少なくとも処理対象の基板と接触する部分が半導体材料で構成されていることを特徴とする請求項 29 乃至請求項 39 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 41】 基板の処理方法であって、  
処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を滴たすと共に、互いに絶縁された複数の部分電極を有するプラス電極を前記基板の他方の面に接触させる第 1 工程と、

前記プラス電極の各部分電極に印加する電圧を個別に制御しながら、各部分電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する第 2 工程と、

を含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 42】 前記第 1 及び第 2 工程によって基板に多孔質層を形成した後に、該多孔質層の分布を観察する観察工程と、

前記観察工程による観察結果に応じて、所望の分布を有する多孔質層を形成するために、前記の各部分電極に印加する電圧を決定する決定工程と、

を更に含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 43】 前記決定工程では、略均一な分布を有する多孔質層を形成する際に前記の各部分電極に印加すべき電圧を決定することを特徴とする請求項 42 に記載の処理方法。

【請求項 44】 基板の製造方法であって、  
請求項 41 に記載の処理方法によって基板の表面に多孔質シリコン層を形成する工程と、

前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第 1 の基板を作成する工程と、

前記第 1 の基板の前記半導体層側の面に第 2 の基板を貼り合せて貼り合わせ基板を作成する工程と、

前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を 2 枚の基板に分離する工程と、

を含むことを特徴とする基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、陽極化成装置、陽極化成用電極、基板の処理方法及び基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多孔質シリコンは、A. Uhler 及び D. R. Turner により、弗化水素酸の水溶液中において単結晶シリコンを正電位にバイアスして、これを電解研磨する研究の過程で発見された。

【0003】その後、多孔質シリコンの反応性に富む性質を利用して、該多孔質シリコンをシリコン集積回路の製造の際の素子分離工程に応用する検討がなされ、多孔質シリコン酸化膜による完全分離技術(FIPOS: Full Isolation by Porous Oxidized Silicon)等が開発された(K. Imai, Solid State Electron 24, 159, 1981)。

【0004】また、最近では、多孔質シリコン基板上にシリコンエピタキシャル層を成長させて、該基板を酸化膜を介して非晶質基板や単結晶シリコン基板に貼り合わせる直接接合技術等への応用技術が開発された(特開平5-21338号)。

【0005】その他の応用として、多孔質シリコンは、それ自体が発光するフォトルミネッセンスやエレクトロルミネッセンス材料としても注目されている(特開平6-338631号)。

【0006】以下、多孔質シリコン層を有する基板を製造するための従来の陽極化成装置について説明する。

【0007】図10は、第1の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。この陽極化成装置では、シリコン基板801の裏面を金属電極806bに密着させ、シリコン基板801の表面の外周部の上にリング804を介して槽壁部材802を載置して陽極化成槽を形成する。そして、シリコン基板801に対向させて電極806aを配置すると共に槽内にHF溶液807を満たした状態で、電極806aをマイナス電極とし、金属電極806bをプラス電極として両電極間に直流電圧を印加することにより、シリコン基板801が陽極化成されて、そのマイナス電極側の面に多孔質シリコン層が形成される。

【0008】この陽極化成装置は、シリコン基板801の裏面の全面を金属電極806bに押圧して接触させる構造を有するため、両者の接触面積が大きく、シリコン基板801が金属による汚染を受け易い。また、このような構造では、シリコン基板801の裏面又は金属電極806bの表面に異物やパーティクル等が付着している場合に、それらによってシリコン基板801が局所的に変形し、その変形部分に電界が集中することによって化成異常が発生する可能性がある。また、シリコン基板801の全面を金属電極に接触させるために、陽極化成の終了後に、シリコン電極801を金属電極806bから引き剥がすことが困難な場合がある。更に、陽極化成の際に、シリコン基板801に形成された多孔質シリコン層に内部応力が発生し、これによりシリコン基板801が傘状に変形してシリコン基板801の裏面の一部が金属電極806bから離れ、その結果、化成異常が生じる可能性がある。

【0009】図11は、第2の従来例に係る陽極化成装置（特開昭60-94737号）の構成を示す図である。この陽極化成装置では、上記の第1の従来例の幾つかの問題点が解決されている。この陽極化成装置は、シリコン基板901を両側から挟むようにして、耐HF材料であるテフロン（米国du Pont社の商品名）製の陽極化成槽902a及び902bを配置して構成される。陽極化成槽902a、902bがシリコン基板901を保持する部分には、シール用のリング904a、904bが夫々取り付けられている。また、陽極化成槽902a、902bには、夫々白金電極903a、903bが設けられている。2つの陽極化成槽902a及び902bによりシリコン基板901を挟んだ後、陽極化成槽902a、902bには、夫々HF溶液905a、905bが満たされる。この状態で、白金電極903aをマイナス電極とし、白金電極903bをプラス電極として両電極間に直流電圧を印加することによりシリコン基板901が陽極化成されて、そのマイナス電極側の面に多孔質シリコン層が形成される。

【0010】この陽極化成装置によれば、シリコン基板901が電極に接触しないため、異物やパーティクルによる影響を受けにくく、また、金属による汚染が比較的小さい。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】多孔質シリコン層を有する基板をより有用に利用するためには、多孔質シリコン層の厚さや多孔度（porosity）の分布を制御することが望まれる。これらの分布の制御を容易にすることによって、一方では、多孔質シリコン層の厚さや多孔度の均一性を達成することができ、他方では、シリコン層の厚さや多孔度を所望の分布にすることができるという利点がある。

【0012】また、多孔質シリコン層を有する基板をより有用に利用するためには、シリコン基板の汚染を低減することや、異物やパーティクル等によるシリコン基板の局所的な変形や内部応力によるシリコン基板の変形に起因する化成異常を低減することも重要である。

【0013】本発明は、例えば、上記の背景に鑑みてなされたものであり、新たな構造を有する陽極化成装置及びそれに関連する装置を提供することを目的とする。

【0014】具体的には、本発明は、例えば、多孔質層の厚さや多孔度等の分布の制御を容易化するを目的とする。

【0015】また、本発明は、例えば、基板の汚染を低減することを目的とする。

【0016】また、本発明は、例えば、化成異常の発生を低減することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、マイナス電極と、互いに絶縁された複数の部分電極を有するプラス電極と、前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽とを備えることを特徴とする。

【0018】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板に直接接触して電流を供給することができる構造を有することが好ましい。

【0019】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板を前記の各部分電極に吸着させるための吸着機構を有することが好ましい。

【0020】上記の陽極化成装置において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0021】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板を前記の各部分電極によって押圧するための押圧機構を有することが好ましい。

【0022】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板の変形に拘らず、前記の各部分電極を該基板に接触させるための機構を有する。

ことが好ましい。

【0023】上記の陽極化成装置において、例えば、前記の各部分電極は、円環状の形状を有することが好ましい。

【0024】上記の陽極化成装置において、例えば、前記複数の部分電極は、同心円状に配置されていることが好ましい。

【0025】上記の陽極化成装置において、例えば、前記の各部分電極は、処理対象の基板との接触面が実質的に長方形であることが好ましい。

【0026】上記の陽極化成装置において、例えば、前記複数の部分電極は、列状に配置されていることが好ましい。

【0027】上記の陽極化成装置において、例えば、前記の各部分電極は、ピン状の形状を有することが好ましい。

【0028】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0029】上記の陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持すべき位置に開口部を有し、前記開口部を塞ぐようにして該基板を保持することによって、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることが好ましい。

【0030】上記の陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板が保持された状態において、前記開口部を通して前記プラス電極を該基板に接触させることが可能な構造を有することが好ましい。

【0031】上記の陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を保持する基板ホルダを更に備えることが好ましい。

【0032】上記の陽極化成装置において、例えば、前記基板ホルダは、処理対象の基板の一方の面を前記マイナス電極側に露出させると共に該基板の他方の面を前記プラス電極側に露出させる開口部を有することが好ましい。

【0033】上記の陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持した前記基板ホルダを装着した状態で、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることが好ましい。

【0034】上記の陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持する基板保持部を有することが好ましい。

【0035】上記の陽極化成装置において、例えば、前記基板保持部は、処理対象の基板をその周縁部で保持することが好ましい。

【0036】上記の陽極化成装置において、例えば、前記基板保持部は、処理対象の基板をその一方の面の周辺

部で保持することが好ましい。

【0037】上記の陽極化成装置において、例えば、前記基板保持部は、処理対象の基板をその周辺部を両側から挟むようにして保持することが好ましい。

【0038】上記の陽極化成装置において、例えば、前記基板保持部は、処理対象の基板を水平に保持することが好ましい。

【0039】上記の陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極は、処理対象の基板の上方に配置されることが好ましい。

【0040】上記の陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極は、貫通した多数の穴を有することが好ましい。

【0041】上記の陽極化成装置において、例えば、基板の処理の際に陽極化成反応により発生するガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止するための手段を更に備えることが好ましい。

【0042】上記の陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極の複数の部分電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する電源を更に備えることが好ましい。

【0043】上記の陽極化成装置において、例えば、前記電源は、前記の各部分電極に印加する電圧を独立して制御することができることが好ましい。

【0044】上記の陽極化成装置において、例えば、前記の各部分電極は、少なくとも処理対象の基板と接触する部分が半導体材料で構成されていることが好ましい。

【0045】本発明に係る陽極化成用電極は、基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、互いに絶縁された複数の部分電極を備え、各部分電極が処理対象の基板に接触する面が略同一平面内に位置することを特徴とする。

【0046】上記の陽極化成用電極において、例えば、処理対象の基板を前記の各部分電極に吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0047】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0048】上記の陽極化成用電極において、例えば、処理対象の基板を前記の各部分電極によって押圧するための押圧機構を更に備えることが好ましい。

【0049】上記の陽極化成用電極において、例えば、処理対象の基板の変形に拘らず、前記の各部分電極を該基板に接触させるための機構を更に備えることが好ましい。

【0050】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記の各部分電極は、円環状の形状を有することが好ましい。

【0051】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記複数の部分電極は、同心円状に配置されていることが好ましい。

【0052】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記の各部分電極は、処理対象基板との接触面が実質的に長方形であることが好ましい。

【0053】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記複数の部分電極は、列状に配置されていることが好ましい。

【0054】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記の各部分電極は、ピン状の形状を有することが好ましい。

【0055】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記複数の部分電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0056】上記の陽極化成用電極において、例えば、前記の各部分電極は、少なくとも処理対象の基板と接触する部分が半導体材料で構成されていることが好ましい。

【0057】本発明に係る基板の処理方法は、処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、互いに絶縁された複数の部分電極を有するプラス電極を前記基板の他方の面に接触させる第1工程と、前記プラス電極の各部分電極に印加する電圧を個別に制御しながら、各部分電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する第2工程とを含むことを特徴とする。

【0058】上記の基板の処理方法において、例えば、前記第1及び第2工程によって基板に多孔質層を形成した後に、該多孔質層の分布を観察する観察工程と、前記観察工程による観察結果に応じて、所望の分布を有する多孔質層を形成するために、前記の各部分電極に印加する電圧を決定する決定工程とを更に含むことが好ましい。

【0059】上記の基板の処理方法において、例えば、前記決定工程では、略均一な分布を有する多孔質層を形成する際に前記の各部分電極に印加すべき電圧を決定することが好ましい。

【0060】本発明に係る基板の製造方法は、上記の基板の処理方法によって基板の表面に多孔質シリコン層を形成する工程と、前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第1の基板を作成する工程と、前記第1の基板の前記半導体層側の面に第2の基板を貼り合わせて貼り合わせ基板を作成する工程と、前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を2枚の基板に分離する工程とを含むことを特徴とする。

【0061】

【発明の実施の形態】 まず、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置により製造される多孔質シリコン層を有する基板の代表的な適用例としてSOI基板の製造方法について説明する。

【0062】図9は、本発明の好適な実施の形態に係る

SOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【0063】図9(a)に示す工程では、単結晶Si基板11を準備して、後述の各実施の形態に係る陽極化成装置によって、その表面に多孔質Si層12を形成する。この多孔質層Si層12として、処理条件を段階的に変更することによって、多孔度の異なる複数の層からなる多層構造の多孔質層を形成してもよい。

【0064】次いで、図9(b)に示す工程では、多孔質Si層12上に非多孔質層である単結晶Si層13をエピタキシャル成長法により形成し、その後、単結晶Si層13の表面を酸化させることにより非多孔質の絶縁層であるSiO<sub>2</sub>層14を形成する。これにより、第1の基板10が形成される。

【0065】図9(c)に示す工程では、第2の基板20として単結晶Si基板を準備し、第1の基板10のSiO<sub>2</sub>層14が第2の基板20に面するように、第1の基板10と第2の基板20とを室温で密着させる。その後、この基板に、陽極接合、加圧若しくは熱処理又はこれらを組合わせた処理を施してもよい。この処理により、第2の基板20とSiO<sub>2</sub>層14が強固に結合した貼り合わせ基板30が形成される。なお、SiO<sub>2</sub>層14は、上記のように単結晶Si基板11側に形成しても良いし、第2の基板20上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第1の基板と第2の基板を密着させた際に、図9(c)に示す状態になれば良い。

【0066】図9(d)に示す工程では、貼り合わせ基板30を多孔質Si層12の部分で分離する。これにより、第2の基板側(10''+20)は、多孔質Si層12''/単結晶Si層13/絶縁層14/単結晶Si基板20の積層構造となる。一方、第1の基板側(10')は、単結晶Si基板11上に多孔質Si層12'を有する構造となる。

【0067】分離後の第1の基板側(10')は、残留した多孔質Si層12'を除去し、必要に応じて、その表面を平坦化することにより、再び第1の基板10を形成するための単結晶Si基板11又は第2の基板20として使用される。

【0068】貼り合わせ基板30を分離した後、図9(e)に示す工程では、第2の基板側(10''+20)の表面の多孔質層12''を選択的に除去する。これにより、単結晶Si層13/絶縁層14/単結晶Si基板20の積層構造、即ち、SOI構造を有する基板が得られる。

【0069】陽極化成反応によるシリコン基板の多孔質化、即ち、細孔の形成処理は、例えばHF溶液中で行われる。この処理には、シリコン基板中に正孔が存在することが不可欠であることが知られており、その反応メカニズムは、次のように推定される。

【0070】まず、HF溶液中で電界が印加されたシリコン基板内の正孔が該シリコン基板のマイナス電極側の



表面に誘起される。その結果、シリコン基板の表面の未結合手を補償する形で存在しているSi-H結合の密度が増加する。この時、マイナス電極側のHF溶液中のF<sup>-</sup>イオンが、Si-H結合に対して求核攻撃を行ってSi-F結合を形成する。この反応によりH<sub>2</sub>分子が発生すると同時にプラス電極側に1個の電子が放出される。

【0071】Si-F結合が形成されると、Si-F結合の分極特性のためにシリコン基板の表面近傍のSi-Si結合が弱くなる。すると、この弱いSi-Si結合は、HF或いはH<sub>2</sub>Oに攻撃され、結晶表面のSi原子は、SiF<sub>4</sub>を形成して結晶表面から離脱する。その結果、結晶表面に窪みが発生し、この部分に正孔を優先的に引き寄せる電場の分布（電界集中）が生じ、この表面異質性が拡大することによりシリコン原子の蝕刻が電界に沿って連続的に進行する。なお、陽極化成に使用する溶液は、HF溶液に限定されず、他の電解質溶液であってもよいが、以下の実施の形態では、電解質溶液としてHF溶液を採用した場合について説明する。

【0072】以下、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置について説明する。

【0073】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。この陽極化成装置100は、シリコン基板101を保持した基板ホルダ103を上方から挿入することにより、内部にHF溶液106を満たすことが可能な状態になる陽極化成槽102を有する。

【0074】基板ホルダ103は、耐弗化水素酸性の材料、例えば、四弗化エチレン樹脂（テフロンの商品名で知られている）、ポリプロピレン、又はポリエチレン等で構成される。基板ホルダ103は、シリコン基板101の周縁部（ベベリング部）を保持する構成を有する。即ち、基板ホルダ103は、開口部を有し、該開口部の内側に沿って、シリコン基板101を保持すると共にHF溶液の漏洩を防止するためのシール材107が設けられている。シール材107は、例えば、耐弗化水素酸性の材料からなるOリングや弗素系弾性シート等のシール材107で構成される。

【0075】基板ホルダ103は、例えば、分割可能な構造を有し、分割した状態でシリコン基板の取り付け又は取り外しがなされる。シリコン基板101を保持した基板ホルダ103は、陽極化成槽102に対して上方から差し込まれ、これにより、陽極化成槽102にHF溶液106を満たすことが可能な状態になる。

【0076】陽極化成槽102には、基板ホルダ103の取付部からHF溶液106が漏洩することを防止するためのシール部材104が設けられている。なお、陽極化成槽102と基板ホルダ103とを一体化した構造を採用することも可能である。

【0077】シリコン基板101を保持した基板ホルダ103が取り付けられた陽極化成槽102には、陽極化

成用の電解質溶液の1つであるHF溶液106が満たされる。HF溶液106には、反応生成物であるH<sub>2</sub>等の気泡をシリコン基板101の表面から効率的に除去するために、エタノールやイソプロピルアルコール等のアルコール類を混ぜてもよい。

【0078】陽極化成槽102には、シリコン基板101に対向する位置にマイナス電極105が取り付けられている。マイナス電極105としては、例えば、耐弗化水素酸性の材料である白金で構成された電極、白金で被覆された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極等が好適である。マイナス電極105の形状は、例えば、シリコン基板101と同一の直径を有する円盤状であることが好ましい。マイナス電極105は、電源117のマイナス端子に接続されている。

【0079】この陽極化成装置100では、シリコン基板101の裏面、即ち、多孔質シリコン層を形成しない面には、基板ホルダ103の開口部を通してプラス電極110を直接接させる。具体的には、プラス電極110をアクチュエータ118により押し出すことにより、該プラス電極110をシリコン基板101の裏面に当接させる。アクチュエータ118は、例えば、エアシリンダで構成することができる。

【0080】図5は、プラス電極110の概略的な構成を示す斜視図である。プラス電極110は、独立して印加電圧を制御可能な複数の部分電極として、第1部分電極111と第2部分電極112とを有する。第1部分電極111と第2部分電極112とは、絶縁部材112bによって電氣的に絶縁されている。

【0081】第1部分電極111及び第2部分電極112としては、例えば、白金等の金属で構成された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極等が好適である。ここで、第1部分電極111及び第2部分電極112がシリコン基板101に接触する部分をシリコン材料で構成することにより、シリコン基板101の汚染を効果的に防止することができる。

【0082】第1部分電極111は、第1電源ライン115を介して電源117の第1プラス端子（+V1）に接続され、第2部分電極111は、第2電源ライン116を介して電源117の第2プラス端子（+V2）に接続されている。

【0083】電源117は、第1部分電極111及び第2部分電極112に供給する電圧を独立して制御することができる。従って、第1部分電極111及び第2部分電極112に供給する各電圧を調整することにより、シリコン基板101の表面に形成される多孔質シリコン層の膜さや多孔度の分布を均一化することもできるし、意図的に所望の分布（例えば、周辺部の多孔度を高くし、中心部の多孔度を低くするなど）にすることもできる。

【0084】一例として、多孔質シリコン層の厚さを均一化する場合について説明する。この場合、まず、第1

部分電極111及び第2部分電極112に印加する電圧を同一にした状態で、シリコン基板101を陽極化成し、その結果に応じて、多孔質シリコン層の厚さが均一になるように、両電極に印加する電圧を補正する。例えば、周辺部の多孔質シリコン層が中央部シリコン層よりも薄い場合には、その結果に応じて、周辺側の電極である第1部分電極111aに印加する電圧を第2部分電極112aに印加する電圧よりも高くすればよい。逆に、周辺部の多孔質シリコン層が中央部シリコン層よりも厚い場合には、その結果に応じて、周辺側の電極である第1部分電極111aに印加する電圧を第2部分電極112aに印加する電圧よりも低くすればよい。

【0085】この実施の形態では、第1部分電極111及び第2部分電極112は、夫々円環状の形状を有し、両者は同心円状に配置されている。ここで、シリコン基板101の裏面の全面ではなく、この実施の形態のように、シリコン基板101の一部とのみ接触する電極を採用することによって、電極によるシリコン基板101の汚染を低減することができる。

【0086】第1部分電極111、第2部分電極112には、例えば、シリコン基板101との接触を良好に維持するために夫々吸着機構111a、112aが設けられている。この実施の形態は、吸着機構111a、112aとして真空吸着機構を採用した例であり、夫々シリコン基板101を吸着するための円環状の溝を有し、該溝は、真空ライン113、114を介して真空ポンプ（不図示）に接続されている。

【0087】このような吸着機構を設けることにより、陽極化成の際に発生する内部応力によってシリコン基板101が変形することに起因して第1部分電極111及び第2部分電極112とシリコン基板101とが非接触状態になることを防止することができる。従って、化成異常の発生を効果的に防止することができる。

【0088】この実施の形態では、プラス電極110を大気中において直接シリコン基板101に接触させるため、例えば、上記のような吸着機構の構成を簡略化することができると共に陽極化成工程の自動化のための設計が容易になる（他の実施の形態においても同様）。

【0089】また、この実施の形態では、プラス電極110は、アクチュエータ118により駆動される。具体的には、プラス電極110は、絶縁部材111bを介してアクチュエータ118のロッド119に連結されており、アクチュエータ118によりシリコン基板101に当接されたり、逆に、シリコン基板101から引き離されたりする。

【0090】（実施例）この実施例は、直径が8インチ、比抵抗が0.01~0.02Ωcmであるオリエンテーションフラット付きのシリコン基板101を処理対象の基板とした場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。

【0091】基板ホルダ103は、上下に分割可能な2つのブロックからなり、該ブロックを結合した状態で直径8インチのオリエンテーションフラット付きのシリコン基板の周縁部の形状に適合する開口部を有する。シリコン基板101を基板ホルダ103に取り付ける際及び取り外す際は、基板ホルダ103を2つのブロックに分解する。

【0092】基板ホルダ103の開口部の内側には、該開口部に沿って、シール部材107としてのゴアテックスシート（ゴアテックスは、ジャパンゴアテックスの商標）が取り付けられている。このシール部材107には、シリコン基板101の周縁部の形状に適合した溝が設けられている。

【0093】基板ホルダ103にシリコン基板110を取り付けて陽極化成槽102に上方から挿入することにより、陽極化成槽102は、HF溶液106を満たすことができる状態となる。

【0094】マイナス電極105は、直径200mm、厚さ0.2mmの円盤状の白金で構成されている。プラス電極110は、共に円環状の形状を有する第1部分電極111と第2部分電極112とを同心円状に配して構成されている。第1部分電極111は、外径180mm、内径168mmの円環状の接触面を有し、該接触面内には、幅1mmの真空吸着用の溝111aが形成されている。第2部分電極112は、外径130mm、内径118mmの円環状の接触面を有し、該接触面内には、幅1mmの真空吸着用の溝112aが形成されている。第1部分電極111及び第2部分電極112は、共にアルミニウムで構成されている。

【0095】以上の構成からなる陽極化成装置100を用いて、以下のようにしてシリコン基板101に多孔質層を形成した。

【0096】まず、基板ホルダ103に、直径が8インチ、比抵抗が0.01~0.02Ωcmであるオリエンテーションフラット付きのシリコン基板101を取り付けて、該基板ホルダ103を陽極化成槽102に上方から挿入した。次いで、49%弗化水素酸とエタノールを2:1の割合で混合したHF溶液106を陽極化成槽102の内部に満たした。

【0097】次いで、アクチュエータ118を駆動して、第1部分電極111及び第2部分電極112をシリコン基板101の裏面に当接させ、その後、吸着機構111a及び111bによりシリコン基板101を第1部分電極111及び第2部分電極112に吸着させた。

【0098】次いで、第1部分電極111及び第2部分電極112とマイナス電極105との間に全体で2.56Aの定電流が流れるように、第1部分電極111及び第2部分電極112に印加する電圧を独立して制御して、この状態を10分間維持した。この時、均一な厚さの多孔質シリコン層が得られるように、第1部分電極1

11及び第2部分電極112に印加する電圧を独立して制御した。具体的には、第1部分電極111に印加する電圧は、陽極化成処理の初期段階では約7.5Vであり、陽極化成処理の終了時(10分後)の直前では約4.0Vに変化していた。また、第2の部分電極112に印加する電圧は、第1の部分電極111に印加する電圧より約7%高い電圧で推移した。

【0099】この条件の下で、シリコン基板の表面に平均厚さが約11 $\mu$ mの多孔質シリコン層を形成することができた。また、この条件の下での多孔質シリコン層の厚さの分布を{(最大値)-(最小値)}/(平均値)の式に従って評価したところ、約5%という結果が得られた。

【0100】[第2の実施の形態]図2は、本発明の第2の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。この陽極化成装置200は、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100とはシリコン基板の保持機構の構成が異なる。なお、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100と実質的に同一の機能を有する部材には同一の符号を付している。ここでは、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100との相違点に関してのみ説明する。

【0101】この実施の形態に係る陽極化成装置200では、シリコン基板101をその裏面の周辺部で保持する。陽極化成槽202は、シリコン基板101を保持する側壁に、プラス電極110をシリコン基板101の裏面に接触させるための開口部を有する。そして、陽極化成槽202の内壁には、該開口部の周辺に沿って円環状の吸着パッド207が取り付けられている。なお、この吸着パッド207は、陽極化成槽207の外側の側壁に取り付けてもよい。

【0102】吸着パッド207の吸着面には、シリコン基板101を真空吸着するための円環状の溝207aが形成されている。この溝207aは、吸引孔202a及び真空ライン208を介して真空ポンプ(不図示)に通じている。

【0103】この陽極化成装置200では、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100と同様に、シリコン基板101を陽極化成槽202にセット(即ち、吸着パッド207によって保持)することにより、陽極化成槽202にHF溶液106を満たすことができる状態となる。また、シリコン基板101を吸着パッド207から取り外す際は、事前に、陽極化成槽202内のHF溶液106を排出する。

【0104】なお、この実施の形態は、陽極化成槽と基板の保持機構とを一体化した陽極化成装置に関するが、例えば、第1の実施の形態のように、両者を分離可能な構成としてもよい。

【0105】(実施例)この実施例は、直径8インチ、比抵抗0.01~0.02 $\Omega$ cmのp型シリコン基板

01を処理対象の基板とした場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。なお、この設計例に係る陽極化成装置は、オリエンテーションフラットを有する基板及びノッチを有する基板の双方を処理することができる。

【0106】陽極化成槽202は、ポリエチレンで構成されている。陽極化成槽202の上部には、シリコン基板101の出し入れを行うための開口部が形成されている。

【0107】陽極化成槽302には、吸着パッド207の内側の部分に、シリコン基板101のプラス電極110を接触させるために、直径180mmの円形の開口部が設けられている。この開口部の外周側には、内径184mm、外径202mmの円環状の溝が形成されており、その溝には、弗素系樹脂パーフロロエチレン製の吸着パッド207がはめ込まれている。吸着パッド207の表面には、内径186mm、外径188mm、深さ2mmの円環状の溝207aが形成されており、この溝207aは、吸引孔202aを介して真空ライン208に通じている。

【0108】この吸着パッド207は、ノッチ付きの基板をノッチの向きに拘らず保持することができることは勿論のこと、オリエンテーションフラット付きの基板(直径8インチのJEIDA規格の基板の場合は、オリエンテーションフラット部の半径は95.5mm)であっても、該基板の中心と吸着パッド207の中心とを位置合わせすることにより、オリエンテーションフラットの向きの拘らず保持することができる。

【0109】マイナス電極105は、直径200mm、厚さ0.2mmの円盤状の白金で構成されている。プラス電極110は、共に円環状の形状を有する第1部分電極111と第2部分電極112とを同心円状に配して構成されている。第1部分電極111は、外径180mm、内径168mmの円環状の接触面を有し、該接触面内には、幅1mmの真空吸着用の溝111aが形成されている。第2部分電極112は、外径130mm、内径118mmの円環状の接触面を有し、該接触面内には、幅1mmの真空吸着用の溝112aが形成されている。第1部分電極111及び第2部分電極112は、共にアルミニウムで構成されている。

【0110】以上の構成からなる陽極化成装置200を用いて、以下のようにしてシリコン基板101に多孔質層を形成した。

【0111】まず、吸着パッド207に、直径が8インチ、比抵抗が0.01~0.02 $\Omega$ cmであるオリエンテーションフラット又はノッチ付きのシリコン基板101を取り付けた。次いで、49%弗化水素酸とエタノールを2:1の割合で混合したHF溶液106を陽極化成槽102の内部に満たした。

【0112】次いで、アクチュエータ118を駆動して、第1部分電極111及び第2部分電極112をシリ

コン基板101の裏面に当接させ、その後、吸着機構111a及び111bによりシリコン基板101を第1部分電極111及び第2部分電極112に吸着させた。

【0113】次いで、第1部分電極111及び第2部分電極112とマイナス電極105との間に全体で2.56Aの定電流が流れるように、第1部分電極111及び第2部分電極112に印加する電圧を独立して制御して、この状態を10分間維持した。この時、均一な厚さの多孔質シリコン層が得られるように、第1部分電極111及び第2部分電極112に印加する電圧を独立して制御した。具体的には、第1部分電極111に印加する電圧は、陽極化成処理の初期段階では約7.5Vであり、陽極化成処理の終了時(10分後)の直前では約4.0Vに変化していた。また、第2の部分電極112に印加する電圧は、第1の部分電極111に印加する電圧より約7%高い電圧で推移した。

【0114】この条件の下で、シリコン基板101の表面に平均厚さが約11 $\mu$ mの多孔質シリコン層を形成することができた。また、この条件の下での多孔質シリコン層の厚さの分布を{(最大値)-(最小値)}/(平均値)の式に従って評価したところ、約7%という結果が得られた。

【0115】[第3の実施の形態]図3は、本発明の第3の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。この陽極化成装置300は、シリコン基板101を水平に保持して処理する点で第1の実施の形態に係る陽極化成装置100と異なる。なお、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100と実質的に同一の機能を有する部材には同一の符号を付している。ここでは、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100との相違点についてのみ説明する。

【0116】陽極化成槽302は、その底部に、プラス電極110をシリコン基板101の裏面に接触させるための開口部を有する。そして、陽極化成槽302の底部の内壁には、該開口部の周辺に沿って円環状の吸着パッド307が取り付けられている。

【0117】吸着パッド307の吸着面には、シリコン基板101を真空吸着するための円環状の溝307aが形成されている。この溝307aは、吸引孔302a及び真空ライン308を介して真空ポンプ(不図示)に通じている。

【0118】陽極化成処理を実施する際には、シリコン基板101の上部にマイナス電極305が配置される。マイナス電極305は、陽極化成反応によって生じるガス(主に、水素ガス)が該マイナス電極305の下部に溜まることを避けるために、例えば直径数mm程度の多数の穴305aを有する。また、マイナス電極305としては、例えば、耐弗化水素酸性の材料である白金で構成された電極、白金で被覆された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極等が好適で

ある。マイナス電極305の形状は、例えば、シリコン基板101と同一の直径を有する円盤状であることが好ましい。マイナス電極305は、電源117のマイナス端子に接続されている。

【0119】この陽極化成装置300では、マイナス電極305を陽極化成槽302から取り出した状態で、シリコン基板101を陽極化成槽302にセット(即ち、吸着パッド307によって保持)する。また、この陽極化成装置300では、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100と同様に、シリコン基板101を陽極化成槽302にセットすることにより、陽極化成槽302にHF溶液106を満たすことができる状態となる。

【0120】また、シリコン基板101を吸着パッド307から取り外す際は、事前に、陽極化成槽302内のHF溶液106を排出する。

【0121】なお、この実施の形態は、陽極化成槽と基板の保持機構とを一体化した陽極化成装置に関するが、例えば、第1の実施の形態のように、両者を分離可能な構成としてもよい。

【0122】(実施例)この実施例は、直径8インチ、比抵抗0.01~0.02 $\Omega$ cmのp型シリコン基板101を処理対象基板とした場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。なお、この設計例に係る陽極化成装置は、オリエンテーションフラットを有する基板及びノッチを有する基板の双方を処理することができる。

【0123】陽極化成槽302は、ポリエチレンで構成されている。陽極化成槽302の上部には、シリコン基板101の出し入れを行うための開口部が形成されている。

【0124】陽極化成槽302の底部には、吸着パッド307の内側の部分に、シリコン基板101のプラス電極110を接触させるために、直径180mmの円形の開口部が設けられている。開口部の外周側には、該開口部に沿って、内径184mm、外径202mmの円環状の溝が形成されており、その溝には、弗素系樹脂パーフロエチレン製の吸着パッド307がはめ込まれている。吸着パッド307の表面には、内径186mm、外径188mm、深さ2mmの円環状の溝307aが形成されており、この溝307aは、吸引孔302aを介して真空ライン308に通じている。

【0125】この吸着パッド307は、ノッチ付きの基板をノッチの向きに拘らず保持することができることは勿論のこと、オリエンテーションフラット付きの基板(直径8インチのJEIDA規格の基板の場合は、オリエンテーションフラット部の半径は95.5mm)であっても、該基板の中心と吸着パッド307の中心とを位置合わせすることにより、オリエンテーションフラットの向きの拘らず保持することができる。

【0126】マイナス電極305は、直径200mm、厚さ0.2mmの円盤状の白金で構成されている。ま

た、マイナス電極 305 には、陽極化成反応によって発生するガス（主に水素ガス）が該マイナス電極 305 の下部に溜まることを防止するために、直径 2 mm の穴 305a が 4 mm の間隔で格子状に設けられている。

【0127】以上の構成からなる陽極化成装置 300 を用いて、以下のようにしてシリコン基板 101 に多孔質層を形成した。

【0128】まず、吸着パッド 307 に、直径が 8 インチ、比抵抗が 0.01~0.02  $\Omega$  cm であるオリエンテーションフラット又はノッチ付きのシリコン基板 101 を取り付けした。次いで、49% 弗化水素酸とエタノールを 2:1 の割合で混合した HF 溶液 106 を陽極化成槽 302 の内部に満たした。

【0129】次いで、マイナス電極 305 を HF 溶液 106 中に浸漬し、シリコン基板 101 に平行（即ち、水平）に配置した。

【0130】次いで、アクチュエータ 118 を駆動して、第 1 部分電極 111 及び第 2 部分電極 112 を上昇させてシリコン基板 101 の裏面に当接させ、その後、吸着機構 111a 及び 111b によりシリコン基板 101 を第 1 部分電極 111 及び第 2 部分電極 112 に吸着させた。

【0131】次いで、第 1 部分電極 111 及び第 2 部分電極 112 とマイナス電極 105 との間に全体で 2.56 A の定電流が流れるように、第 1 部分電極 111 及び第 2 部分電極 112 に印加する電圧を独立して制御して、この状態を 10 分間維持した。この時、均一な厚さの多孔質シリコン層が得られるように、第 1 部分電極 111 及び第 2 部分電極 112 に印加する電圧を独立して制御した。具体的には、第 1 部分電極 111 に印加する電圧は、陽極化成処理の初期段階では約 7.5 V であり、陽極化成処理の終了時（10 分後）の直前では約 4.0 V に変化していた。また、第 2 の部分電極 112 に印加する電圧は、第 1 の部分電極 111 に印加する電圧より約 7% 高い電圧で推移した。

【0132】この条件の下で、シリコン基板 101 の表面に平均厚さが約 11  $\mu$ m の多孔質シリコン層を形成することができた。また、この条件の下での多孔質シリコン層の厚さの分布を { (最大値) - (最小値) } / (平均値) の式で評価したところ、約 7% という結果が得られた。

【0133】〔第 4 の実施の形態〕図 4 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。この陽極化成装置 400 は、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 とはシリコン基板の保持機構の構成が異なる。なお、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 と実質的に同一の機能を有する部材には同一の符号を付している。ここでは、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 との相違点に関してのみ説明する。

【0134】この実施の形態に係る陽極化成装置 400 では、シリコン基板 101 をその周辺部で両側から挟むようにして保持する。陽極化成槽 402 は、シリコン基板 101 を保持する側壁に、シリコン基板 101 の表面に HF 溶液 106 を接触させるための開口部を有する。この開口部は、例えば、シリコン基板 101 よりも直径がやや小さい円形であることが好ましい。そして、陽極化成槽 402 の外壁には、該開口部の周辺に沿って O リング 404 が取り付けられている。

【0135】この陽極化成装置 400 は、O リング 407 が取り付けられた基板ホルダ 403 を有し、陽極化成槽 402 側の O リング 404 と基板ホルダ 403 側の O リング 407 との間にシリコン基板 101 を挟むようにしてシリコン基板 101 を押圧して保持する。

【0136】基板ホルダ 403 は、プラス電極 110 をシリコン基板 101 の裏面に接触させるための開口部を有する。O リング 407 は、該開口部の周辺に沿って円環状に配されている。

【0137】この陽極化成装置 400 では、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 と同様に、シリコン基板 101 を基板ホルダ 403 によって陽極化成槽 402 に固定することにより、陽極化成槽 402 に HF 溶液 106 を満たすことができる状態となる。また、シリコン基板 101 を陽極化成槽 402 から取り外す際は、事前に、陽極化成槽 402 内の HF 溶液 106 を排出する。

【0138】〔第 5 の実施の形態〕図 6 は、本発明の第 5 の実施の形態に係るプラス電極の概略構成を示す図である。この実施の形態に係るプラス電極 600 は、例えば、第 1 乃至第 4 の実施の形態に係る陽極化成装置のプラス電極 110 の代わりに使用することができる。

【0139】プラス電極 600 は、独立して電圧を制御可能な複数の部分電極として、第 1 部分電極 602、第 2 部分電極 603 及び第 3 部分電極 604 を有する。これらの部分電極は、互いに絶縁されており、例えば、第 1 乃至第 4 の実施の形態における電源 117 に接続されて、該電源 117 によって、独立に調整された電圧が印加される。第 1 部分電極 602、第 2 部分電極 603 及び第 3 部分電極 604 は、絶縁性の電極支持体 601 によって支持されている。電極支持体 601 は、例えば、第 1 乃至第 4 の実施の形態におけるアクチュエータ 118 のロッド 119 に連結される。

【0140】第 1 乃至第 3 部分電極 602 乃至 603 には、例えば、シリコン基板 101 との接触を良好に維持するために、夫々吸着機構 602a 乃至 604a が設けられている。この実施の形態は、吸着機構 602a 乃至 604a として真空吸着機構を採用して例であり、吸着機構 602a 乃至 604a は、夫々真空ポンプ（不図示）に接続された吸引孔で構成されている。

【0141】（実施例）この実施例は、プラス電極 600 を第 1 乃至第 4 の実施の形態に係るプラス電極 110

の代わりに使用した場合の陽極化成処理の一例に関する。

【0142】第1乃至第3部分電極602乃至604が、等間隔で配置されたプラス電極600を用意した。

【0143】まず、第1乃至第4の各実施の形態に係る陽極化成槽にシリコン基板101をセットし、該陽極化成槽に49%弗化水素酸とエタノールを2:1の割合で混合したHF溶液106を満たした。

【0144】次いで、アクチュエータ118を駆動して、第1乃至第3部分電極602乃至604をシリコン基板101の裏面に当接させ、その後、吸着機構602a乃至604aを作動させて、第1乃至第3部分電極602乃至604にシリコン基板101を吸着させた。

【0145】次いで、第1部分電極602に3V、第2部分電極603に5V、第3電極604に7Vの電圧を5分間印加した。これにより、厚さ及び多孔度が面方向に段階的に変化した分布を有する多孔質シリコン層をシリコン基板101の表面に形成することができた、このように段階的に多孔度が変化した多孔質シリコン層は、例えば、発光デバイスや、段階的に膜厚が変化した酸化膜を形成するために使用され得る。

【0146】〔第6の実施の形態〕図7及び図8は、本発明の第6の実施の形態に係るプラス電極の概略構成を示す図である。この実施の形態に係るプラス電極700は、例えば、第1乃至第4の実施の形態に係る陽極化成装置のプラス電極110の代わりに使用することができる。

【0147】プラス電極700は、独立して電圧を制御可能な複数の部分電極として、ピン状の形状を有する第1乃至第7部分電極701乃至707を有する。これらの部分電極は、互いに絶縁されており、例えば、第1乃至第4の実施の形態における電源117に接続されて、該電源117によって、独立に調整された電圧が印加される。

【0148】ここでは、第3乃至第5部分電極703乃至705について説明するが、他の部分電極についても同様の構成が設けられている。第3乃至第5部分電極703乃至705は、夫々伝導性のバネ711乃至713を介して固定用電極721乃至723に接続されている。固定用電極721乃至723は、例えば、第1乃至第4の実施の形態における電源117に接続されて、該電源117によって、独立に調整された電圧が印加される。

【0149】バネ711乃至713は、例えば、シリコン基板101に各部分電極を独立して圧接させるために設けられている。これにより、例えば、陽極化成の際に発生する内部応力によってシリコン基板101が変形することに各電極とシリコン基板101とが非接触状態になることを各電極毎に防止することができる。従って、所望の分布を有する多孔質シリコン層をより確実に形成

することができる。

【0150】固定用電極721乃至723は、電極支持体730によって固定されている。電極支持体730には、各電極の振れを防止するためのガイド穴が設けられている。

【0151】この実施の形態では、7個の電極を採用しているが、電極の個数を更に増やすことによって、形成される多孔質シリコン層の厚さや多孔度等の分布をより緻密に制御することもできる。

【0152】なお、シリコン基板101に各部分電極を独立して圧接させるための機構は、前述の各実施の形態において採用することもできる。また、この実施の形態においても、前述の各実施の形態において説明したような吸着機構を各部分電極の先端部に設けることもできる。

【0153】（実施例）この実施例は、プラス電極700を第1乃至第4の実施の形態に係るプラス電極110の代わりに使用した場合の陽極化成処理の一例に関する。

【0154】まず、第1乃至第4の各実施の形態に係る陽極化成槽にシリコン基板101をセットし、陽極化成槽に49%弗化水素酸とエタノールを2:1の割合で混合したHF溶液106を満たした。

【0155】次いで、アクチュエータ118を駆動して、第1乃至第7部分電極701乃至707をシリコン基板101の裏面に当接させた。この際、バネの力によって各部分電極がシリコン基板101に圧接された。

【0156】次いで、シリコン基板101に5Aの一定電流が流れるように、第1乃至第7電極701乃至707に同一の電圧を印加した。

【0157】この結果、シリコン基板101の表面には、各部分電極の接触点を中心として半径約5mmの円形状の多孔質シリコン領域が形成された。各円形状の多孔質シリコン領域は、中心の厚さが最も厚く、外側に向かって徐々に厚さが減少していた。また、各円形状の多孔質シリコン領域は、部分電極との接触点を中心として外側に向かって多孔度が徐々に変化していた。このシリコン基板101に紫外線を照射したところ、多孔質シリコン領域において、オレンジ色の発光が観察された。

【0158】この実施例では、第1乃至第7プラス電極に同一の電圧を印加したが、各プラス電極に異なる電圧を印加してもよい。これにより所望の分布（例えば、均一な分布）を有する多孔質シリコン層を形成することができる。

【0159】

【発明の効果】本発明によれば、例えば、多孔質層の厚さや多孔度等の分布の制御が容易化される。

【0160】また、本発明によれば、例えば、処理対象の基板をプラス電極に吸着させることにより、例えば、内部応力等による基板の変形に起因する化成異常の発生



を効果的に防止することができる。

【0161】また、本発明によれば、例えば、プラス電極を構成する各部分電極を所定の形状（例えば、円環状の形状）とすることにより、例えば、処理対象の基板とプラス電極との接触面積を小さくすることができ、これにより、基板の汚染を低減することができる。また、本発明によれば、例えば、プラス電極を構成する各部分電極を所定の形状（例えば、円環状の形状）とすることにより、例えば、処理対象の基板とプラス電極との間の異物やパーティクル等による基板の変形に起因する化成異常の発生を低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図5】第1乃至第4の実施の形態に係るプラス電極の概略的な構成を示す斜視図である。

【図6】本発明の第5の実施の形態に係るプラス電極の概略構成を示す図である。

【図7】本発明の第6の実施の形態に係るプラス電極の概略構成を示す図である。

【図8】本発明の第6の実施の形態に係るプラス電極の概略構成を示す図である。

【図9】本発明の好適な実施の形態に係るSOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【図10】第1の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。

【図11】第2の従来例に係る陽極化成装置（特開昭60-94737号）の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

10 第1の基板  
11 単結晶Si基板  
12 多孔質層Si層  
13 単結晶Si層  
14 SiO<sub>2</sub>層  
20 第2の基板  
30 貼り合わせ基板  
100 陽極化成装置  
101 シリコン基板  
102 陽極化成槽  
103 基板ホルダ  
104 シール部材  
105 マイナス電極  
106 HF溶液  
107 シール部材

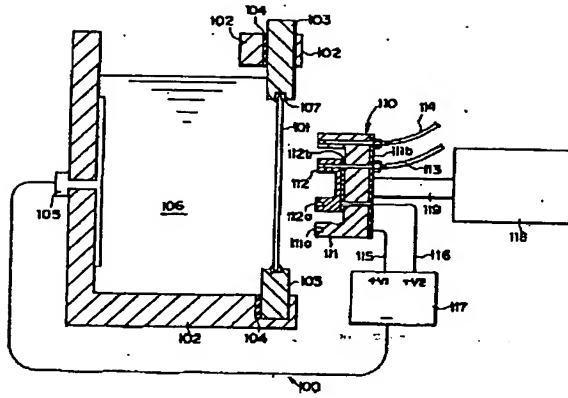
110 プラス電極  
111 第1部分電極  
11a 吸着機構  
112 第2部分電極  
112a 吸着機構  
113, 114 真空ライン  
115 第1電源ライン  
116 第2電源ライン  
117 電源  
118 アクチュエータ  
119 ロッド  
200 陽極化成装置  
202 陽極化成槽  
202a 吸引孔  
207 吸着パッド  
207a 溝  
208 真空ライン  
300 陽極化成装置  
302 陽極化成槽  
302a 吸引孔  
307 吸着パッド  
307a 溝  
308 真空ライン  
400 陽極化成装置  
402 陽極化成槽  
403 基板ホルダ  
404, 407 オリング  
600 プラス電極  
601 電極支持体  
602 第1部分電極  
603 第2部分電極  
604 第3部分電極  
700 プラス電極  
701 第1部分電極  
702 第2部分電極  
703 第3部分電極  
704 第4部分電極  
705 第5部分電極  
706 第6部分電極  
707 第7部分電極  
711, 712, 713 バネ  
721, 722, 723 固定用電極  
730 電極支持体  
801 シリコン基板  
802 槽壁部材  
804 オリング  
806a 電極  
806b 金属電極  
807 HF溶液  
901 シリコン基板

25

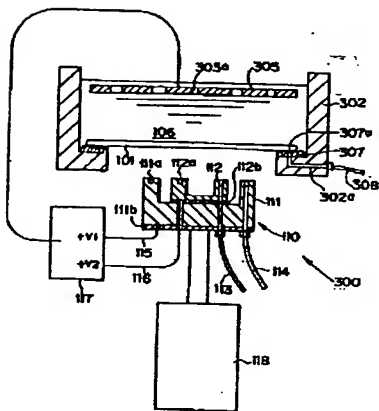
902a, 902b 陽極化成槽

903a, 903b 白金電極

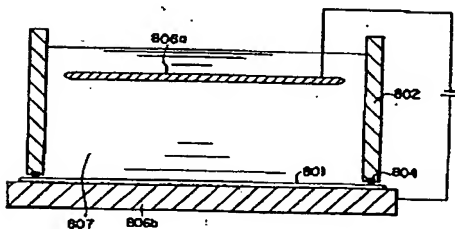
【図1】



【図3】



【図10】

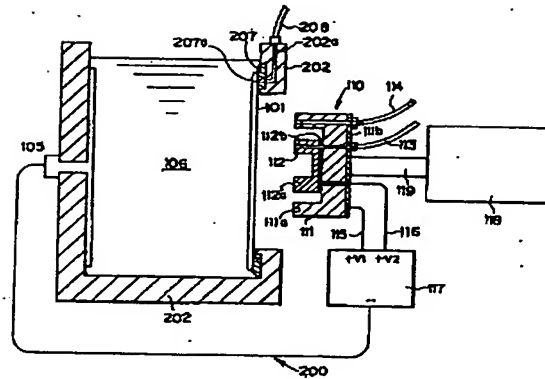


26

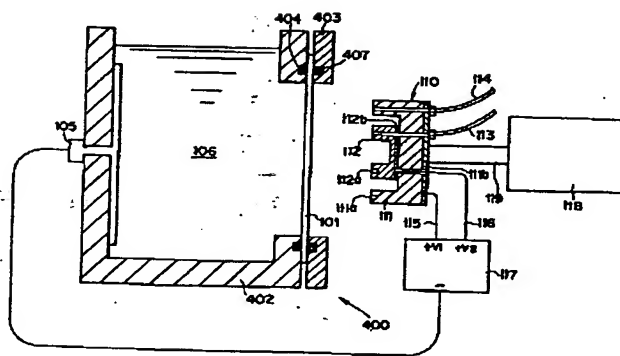
904a, 904b オリング

905a, 905b HF溶液

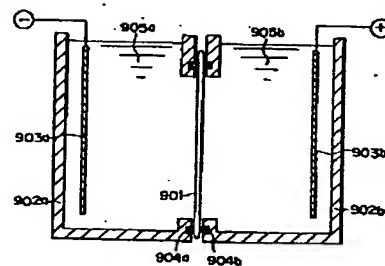
【図2】



【図4】

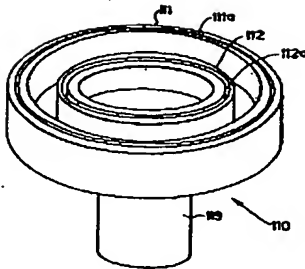


【図11】

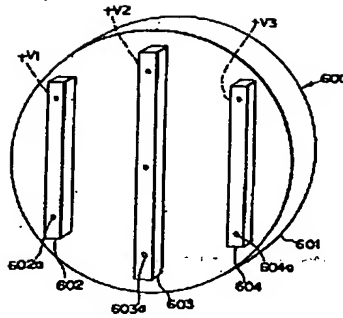




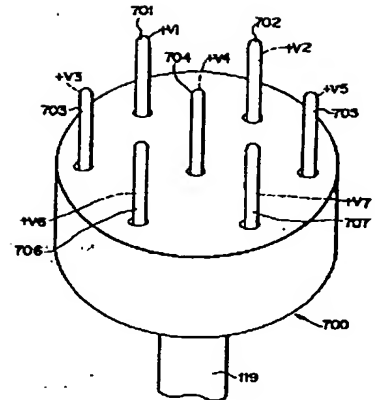
【図 5】



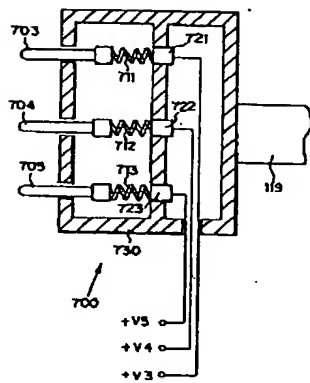
【図 6】



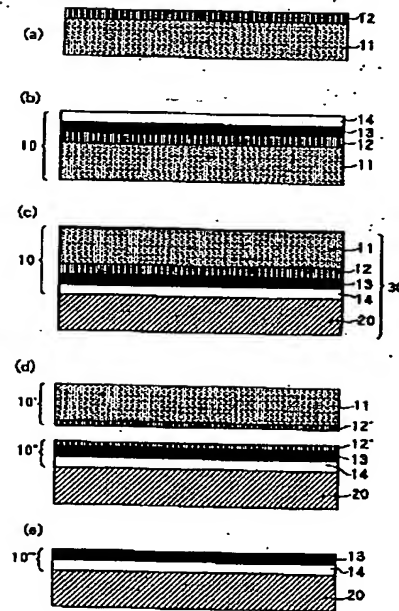
【図 7】



【図 8】



【図 9】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**